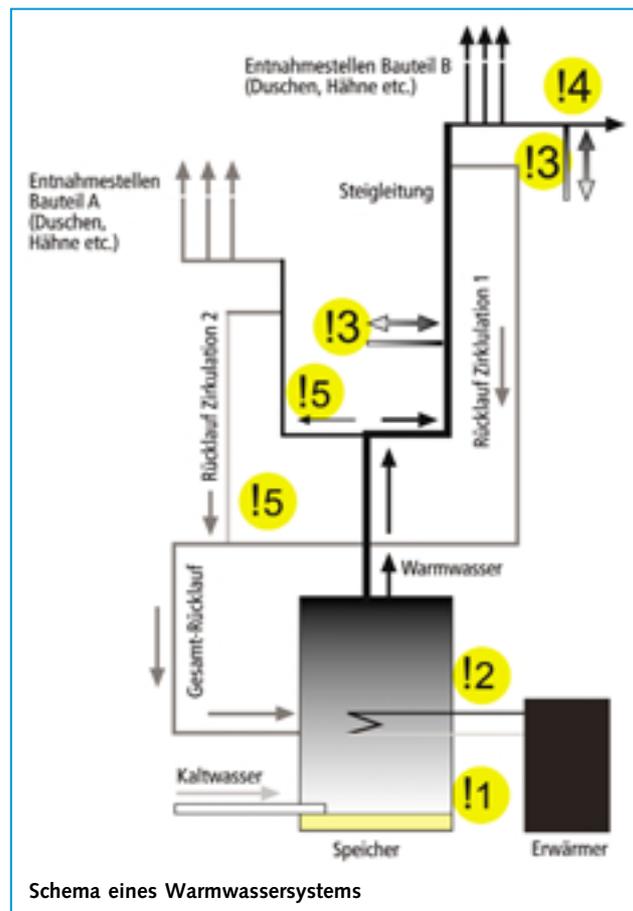


Armaturentechnik gegen Legionellenbedrohung

Die Bemessung von Trinkwasser-Erwärmungsanlagen muss unter Berücksichtigung von funktionalen und wirtschaftlichen sowie unter trinkwasserhygienischen Gesichtspunkten erfolgen. Aus diesem Grunde hat der DVGW für die Bemessung von Zirkulationsanlagen geeignete Bemessungsverfahren entwickelt und diese im Arbeitsblatt W 553 als technische Regel veröffentlicht.

Unzureichend ausgelegte Trinkwasser-Zirkulationssysteme, insbesondere bei großen, weitverzweigten Warmwassersystemen, verursachen Erkrankungen und Todesfälle durch Legionellen. Bei der Analyse verkeimter Anlagensysteme wiederholen sich ständig Gefahrenpotenziale, die das Aufkeimen in Trinkwassersystemen verursachen. Damit Warmwasserinstallationen nicht verkeimen, sind Zirkulationssysteme so zu betreiben, dass die Wassertemperatur im System um nicht mehr als 5 K gegenüber der Warmwasseraustrittstemperatur des Trinkwassererwärmers unterschritten wird. Da speziell in größeren Anlagen mit dem Bemessungsverfahren für Zirkulationsleitungen gemäß DIN 1988-3 „TRWI – Ermittlung der Rohrdurchmesser“ diese Temperaturgrenze nicht zwangsläufig eingehalten werden kann, hat der DVGW geeigneteres Bemessungsverfahren für die Bemessung von Zirkulationsanlagen entwickelt und im Arbeitsblatt W 553 „Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen“ als Technische Regel veröffentlicht.



Schema eines Warmwassersystems

- ! Vermehrungsorte für Legionellen
- 1 eisenhaltige Sedimente
- 2 Temperaturschichtung im Speicher
- 3 stagnierende nicht ständig durchflossene Leitungsteile
- 4 Bauen „auf Vorrat“
- 5 nicht optimierte Zirkulation mit der Folge niedertemperierter Zonen

ner Stelle des Versorgungssystems dauerhaft unter 55 °C absinkt. Ausgenommen sind Stockwerksleitungen mit einem Wasservolumen < als 3 Liter, wenn von Hygienikern oder Betreibern von Rohrleitungssystemen keine zusätzlichen erhöhten Anforderungen zur sofortigen hohen Temperaturpräsenz gefordert sind. Die Bemessung von Trinkwassererwärmungs-, Verteilungs- und Zirkulationsanlagen hat daher nicht nur unter Berücksichtigung von funktionalen und wirtschaftlichen, sondern auch unter trinkwasserhygienischen Gesichtspunkten zu erfolgen. Die Qualität des Trinkwassers ist nicht nur abhängig von einer einwandfreien Anlieferung des Wassers durch das Versorgungsunternehmen, sondern wird in erheblichem Maße von der Konstruktion, der Auswahl der Rohrwerkstoffe, der handwerklichen Ausführung und der Bemessung der Leitungsanlage im Gebäude beeinflusst. Werden in einer Anlage trinkwasserhygie-

Stagnation und Erwärmung durch Umgebungseinflüsse vermeiden

Nach den vorgenannten Arbeitsblättern muss zunächst der Wasserinhalt durch konstruktive Maßnahmen und durch Dimensionierung der Leitungen so gering wie möglich gehalten werden. Aus dieser Forderung resultieren kurze Verweilzeiten des Trinkwassers in der Anlage, verbunden mit einem schnellen Wasseraustausch. Stagnierendes Wasser und die Erwärmung von kaltem Trinkwasser im Transportsystem durch Umgebungseinflüsse sind zu vermeiden. Durch Zirkulationssysteme muss sichergestellt werden, dass die Temperatur an kei-

derungen zur sofortigen hohen Temperaturpräsenz gefordert sind. Die Bemessung von Trinkwassererwärmungs-, Verteilungs- und Zirkulationsanlagen hat daher nicht nur unter Berücksichtigung von funktionalen und wirtschaftlichen, sondern auch unter trinkwasserhygienischen Gesichtspunkten zu erfolgen. Die Qualität des Trinkwassers ist nicht nur abhängig von einer einwandfreien Anlieferung des Wassers durch das Versorgungsunternehmen, sondern wird in erheblichem Maße von der Konstruktion, der Auswahl der Rohrwerkstoffe, der handwerklichen Ausführung und der Bemessung der Leitungsanlage im Gebäude beeinflusst. Werden in einer Anlage trinkwasserhygie-



Kemper Probenahmeventile für mikrobiologische Parameter

- die Verwendung von Installationsmaterialien, von denen möglichst keine verwertbaren Nährstoffe abgegeben werden,
- die Vermeidung von Stagnation des Trinkwassers,
- die Vermeidung unnötiger Speicherung des Trinkwassers,
- die Vermeidung von Temperaturbereichen, bei denen Bakterienwachstum, insbesondere das von Krankheitserregern, gefördert wird.

Zu den wichtigsten Mikroorganismen, die sich in Trinkwasseranlagen vermehren können und zu mikrobiellen Problemen beitragen, gehören Legionellen, atypische Mykobakterien, Pseudomonaden und andere heterotrophe Bakterien. Warmwasser sollte im gesamten Bereich der Trinkwasseranlage stets Temperaturen oberhalb von 55 °C und Kaltwasser stets Temperaturen unterhalb von 25 °C, besser von 20 °C, haben. Ein Zusammenhang zwischen der Kontamination von Warmwassersystemen und dem Auftreten von Legionellose wird von einer Vielzahl von Autoren berichtet und gilt heute als gesichert. Da die Übertragung fast ausschließlich über einen direkten oder indirekten Kontakt mit Leitungswasser ausgelöst wird, kommt hygienischen Präventiv-

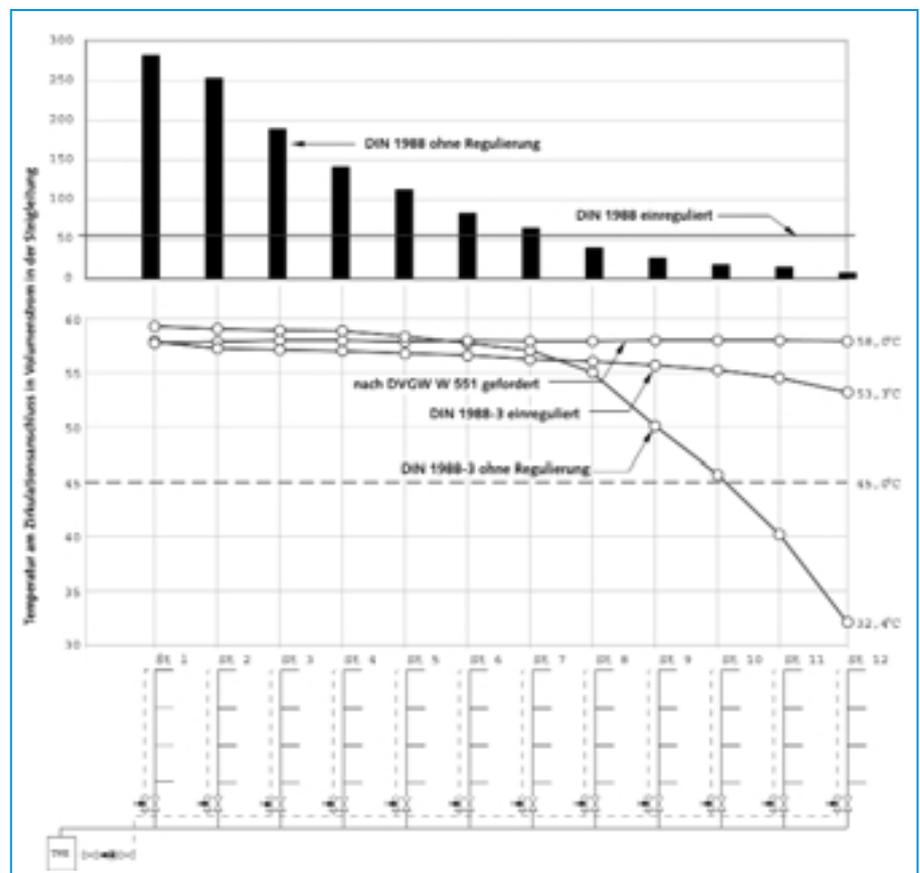
nische Probleme festgestellt, so ist durch die Verantwortlichen der Nachweis zu erbringen, dass Planung, Bemessung und Bau der gesamten Trinkwasserinstallation den zum Zeitpunkt der Ausführung gültigen Technischen Regeln entsprochen haben. Ein Blick in das „Technische Regelwerk“ zeigt, dass folgende rechnerische Nachweise für die Erhaltung der Trinkwassergüte in einer fachgerecht erstellten Rohrleitungsanlage der Trinkwasserinstallation für erforderlich gehalten werden:

- Bemessung der Leitungsanlage für kaltes und erwärmtes Trinkwasser (nach DIN 1988-3 in Deutschland),
- Bemessung der Zirkulationsleitungen auf Grundlage der DVGW-Arbeitsblätter (W 551 und W 553 in Deutschland),
- Nachweis des Wasserinhalts in nicht zirkulierenden Leitungsteilen.

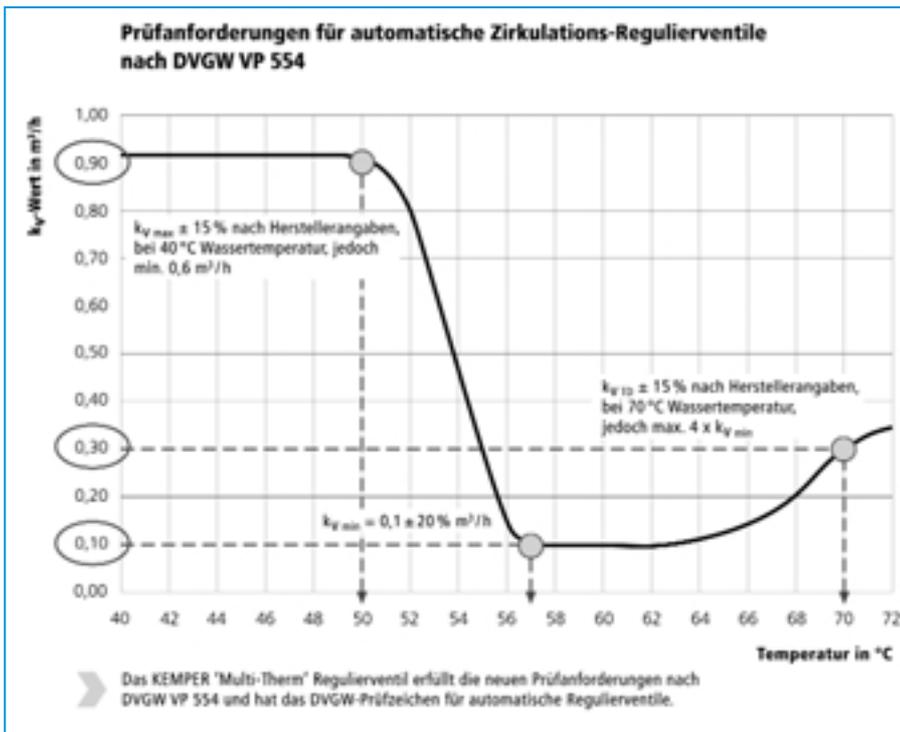
terien in Trinkwasseranlagen zum Ziel haben, müssen immer auf eine Reduzierung oder sogar Eliminierung der Biofilme abzielen. Nur so können nachhaltige Wirkungen erreicht werden. Das Vorkommen von Biofilmen im Gesamtsystem von Trinkwasseranlagen macht deutlich, dass punktuelle Maßnahmen (z. B. „Abschirmungskonzepte“) häufig nicht zum gewünschten Erfolg führen, da sie in der Regel nur die planktonischen Organismen erfassen. Trinkwasserführende Systeme sind deshalb so zu planen, auszuführen, zu betreiben und instand zu halten, dass sie das Wachstum oder die Bildung von Biofilmen bzw. Mikroorganismen nicht begünstigen. Dies erfordert in der Regel:

Hygiene in wasserführenden Systemen

Von besonderer Bedeutung für die mikrobiologische Qualität von Trinkwasser in Trinkwasseranlagen ist das Vorhandensein und das Ausmaß der Bildung von Biofilmen. Biofilme bestehen aus Zellen von Bakterien, Pilzen oder auch Algen und einer extrazellulären Matrix (extrazelluläre Schleime), in die Eisen- oder Kalkablagerungen eingebaut sein können. Biofilme besiedeln alle Grenzflächen, an denen mikrobielles Wachstum möglich ist, z. B. Wandungen von Rohren, Speichern und Apparaten. In der Natur sind sie weit verbreitet und wesentlicher Bestandteil der aquatischen Mikroflora. Mikroorganismen treten hier nicht als Reinkultur, sondern gemischt auf. Auch Krankheitserreger wie Legionellen oder Pseudomonaden können mit dem Biofilm assoziiert sein und sich im Schutz des Biofilms widrigen äußeren Lebensumständen entziehen. Begünstigt wird das Biofilmwachstum durch Stagnation von Wasser, geringe Fließgeschwindigkeiten und den Nährstoffgehalt des Wassers. Sanierungskonzepte, welche die Eliminierung oder Reduzierung von Bak-



Geforderter Temperaturverlauf nach DVGW-Arbeitsblatt W 551/W 553 und zu erwartender Temperaturverlauf in einer nach DIN 1988 bemessenen Anlage



DVGW VP 554 verlangt die Reproduzierbarkeit der geforderten Betriebspunkte eines Zirkulations-Regulierventils auf der k_V -Regelkennlinie

maßnahmen zur Reduktion von Legionellen in wasserführenden Systemen eine herausragende Bedeutung zu. Mögliche kritische Punkte, bei denen wachstumsfördernde Temperaturbereiche erreicht werden können, sind:

- Temperaturschichtung in Speichern,
- Ablagerungen im Speicher, Verteilerbalken,
- stagnierende Leitungsteile (Änderung der Nutzung, nicht unmittelbar an der Zirkulation abgetrennte Teile, Bauen auf Vorrat),
- nicht ausreichend zirkulierendes Wasser,
- zu große Wärmeverluste im Zirkulationssystem. Berücksichtigt werden muss auch ein möglicher Wärmeübergang vom Warm- auf das Kaltwasser und dadurch das Vorkommen von Legionellen im erwärmten Kaltwasser.

Kontrollmaßnahmen

Der gesicherte Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Legionellen und dem Vorkommen von Legionellen im technischen Umfeld des Menschen macht die Notwendigkeit von vorbeugenden Maßnahmen deutlich. Infektionen lassen sich nur dadurch verhindern, dass in vom Menschen geschaffenen künstlichen Biotopen Bedingungen aufrecht erhalten werden, die eine Vermehrung von Legionellen unterbinden. Damit bleibt die Exposition des Menschen gegenüber diesen Keimen mög-

lichst niedrig. Weltweit wurden gerade in den letzten Jahren eine Reihe von Vorschriften und Richtlinien für den Betrieb von Trinkwasser- bzw. Klimaanlage entwickelt, die das Ziel haben, die Gefahr einer Erkrankung durch Legionellen für die Allgemeinheit zu vermindern. Darunter auch das DVGW-Arbeitsblatt W 553 und W 551 sowie die VDI-Richtlinie 6023. Im Krankenhaus müssen darüber hinaus zusätzliche Maßnahmen zum Schutz von Hochrisikopatienten ergriffen werden. Entscheidend bei allen Maßnahmen ist immer, dass ein sauberes System vorliegt, in dem alle Abschnitte ausreichend zirkulieren und Temperaturen oberhalb von 55 °C vorliegen. Berechnungen sollten nach dem neuesten Stand der Technik durchgeführt werden.

Überwachung mikrobiologischer Probenahmen erforderlich

In öffentlichen Gebäuden sind einmal jährlich Untersuchungen auf Legionellen vorgeschrieben (TrinwV; §§ 4, 14 (6) und 19 (7) i.V.m. Anlage 4). Betreiber, die Trinkwasser an die Öffentlichkeit abgeben, müssen diese Untersuchungen beispielsweise bei einem lokalen Hygiene-Institut beauftragen. Es gibt orientierende, gegebenenfalls weiterführende sowie Nach-Untersuchungen. Im DVGW Arbeitsblatt W 551 werden die Probenahmestellen zur Ermitt-

lung der Kontamination eines Trinkwassersystems durch Legionellen näher definiert. In der Praxis finden sich jedoch an diesen Stellen in der Regel keine geeigneten Entnahmehähne, so dass die Probenahme unnötig zeitaufwändig ist oder nicht immer fachgerecht erfolgen kann. Anschließend ist oft eine ausgeweitete zweite Probenahme notwendig, da anhand der Erstbefunde nicht erkennbar ist, ob die mikrobiologische Kontamination aus Richtung der Trinkwassereinspeisung oder aus Richtung der Entnahmestellen kommt. Diese und ähnliche Eingrenzungen sind aber notwendig für die Einleitung zielgerichteter Abhilfemaßnahmen. In Folge addieren sich die Kosten für mehrmalige Probenahmen und die vorübergehende Einrichtung von „Behelfs-Probenahmestellen“. Daher empfiehlt es sich, bereits bei der Planung von Trinkwasser-Installationen geeignete Probenahmestellen zu berücksichtigen bzw. im Bestand nachzurüsten.

Anforderungen, Auslegung, Berechnung

Aufgrund der neuen Anforderungen an den Betrieb von Zirkulationsleitungsanlagen wurden Bemessungsverfahren auf thermodynamischer Basis entwickelt. Diese Bemessungsregeln weisen folgende wesentliche Merkmale auf:

- Ermittlung der erforderlichen Zirkulationsvolumenströme über den Wärmeverlust der Rohrleitungen,
- Festlegung einer Temperaturdifferenz zwischen TWE-Ausgang und Zirkulationsanschluss am TWE, die geringer ist als 5 K,
- Vorgabe von Fließgeschwindigkeiten für die Bemessung des ungünstigsten Zirkulationskreises und zur Ermittlung der Pumpendruckdifferenz,
- Hydraulischer Abgleich günstigerer Zirkulationskreise, zunächst nur über die Rohrleitungsdurchmesser, unter Berücksichti-



Kemper Multi-Therm automatisches/thermostatisches Zirkulations-Regulierventil, Figur 141



Kemper Eta-Therm, automatisches Feinstregulierventil zur freien Installation, Figur 130, und als Unterputzregulierventil, Figur 540



Kemper Multi-Fix manuelles/statisches Zirkulations-Regulierventil, Figur 150

gung eines Mindestinnendurchmessers von DN 10 und einer maximal zulässigen Fließgeschwindigkeit von $v_{\max} = 1,0 \text{ m/s}$,

- Einregulierung über Zirkulations-Regulierventile.

Einregulierungsmaßnahmen in Zirkulationssystemen

In der Druckverlustberechnung muss in jedem Zirkulationskreis der Anlage die verfügbare Druckdifferenz der Pumpe, unter Berücksichtigung von Mindestinnendurchmessern und Maximalgeschwindigkeiten, so weit wie möglich „verbraucht“ werden. Die in der Druckverlustberechnung verbleibende Differenz Δp_D zwischen dem verfügbaren Pumpendruck Δp_p und den errechneten Anlagendruckverlusten muss in statischen oder thermostatisch gesteuerten Zirkulations-Regulierventilen abgedrosselt werden. Wird der „hydraulische Abgleich“ nicht vorgenommen, können sich die Volumenströme des Berechnungsfalles in der ausgeführten Anlage nicht einstellen. Der Zirkulationsvolumenstrom muss die Wärmemenge transportieren können, die über die Oberfläche des Rohrleitungssystems verloren geht. Das heißt, dass eine konkret vorgegebene Wassertemperatur nur dann eingehalten werden kann, wenn der beschriebene Gleichgewichtszustand an jeder Stelle des Zirkulationssystems sichergestellt ist. Der hydraulische Abgleich eines Zirkulationssystems ist daher die Grundvoraussetzung für eine sichere Funktion. Der Armaturenhersteller Kemper hat seine Ventilkonstruktionen auf Grundlage der neuen Anforderungen weiterentwickelt und für große und mittlere Trinkwasserinstallationen die Randbedingungen definiert, die ein Zirkulationsregulierventil DN 15 vor dem Hintergrund der Anforderungen nach DVGW mindestens abdecken muss. Darüber hinaus wurden die aus der Praxis gewonnenen Erkenntnisse als Anforderungen zur Entwicklung der Regulierventile herangezogen.

Regulierarmaturen mit DVGW-Zulassung nach VP 554

Trinkwasser-Warm-Systeme (TWW) sind zur Einhaltung der Trinkwasserhygiene nach DVGW W 553 zu planen und dimensionieren. Die Funktion wird durch hydraulische Eigenschaften der eingesetzten Zirkulations-Regulierventile sichergestellt. Diese Eigenschaften werden als Ventilkenndaten von den Herstellern veröffentlicht. Ein Regulierventil, das den zugesicherten Minimalvolumenstrom bei voreingestellter Sollwerttemperatur nicht oder zu spät erreicht, kann ausschlaggebend für einen Mangel im Betrieb des TWW-Systems sein und damit mikrobiologisches Wachstum fördern. Der DVGW hat zur Sicherstellung der Funktion von Trinkwasser-Zirkulationssystemen die Reguleigenschaften der thermostatisch gesteuerten Regulierventile in der Prüfnorm VP 554 definiert. Nach dieser Norm werden die Eigenschaften des Regulierventils auf Dichtigkeit, Festigkeit, Werkstoffe sowie thermische und hydraulische Anforderungen geprüft. Die gesamte Regelcharakteristik eines Regulierventils wird bei Vollöffnung, bei Erreichen der Sollwerttemperatur sowie der Desinfektionstemperatur bei $T > 70 \text{ °C}$ überprüft.

Thermostatische Zirkulations-Regulierventile

Im Einklang mit den in Deutschland gültigen DVGW-Arbeitsblättern W 551 und W 553 wurde das Kemper Multi-Therm Zirkulations-Regulierventil, Figur 141, entwickelt. Es verfügt über eine DVGW-Zulassung nach VP 554 und ist für den hydraulischen Abgleich in Warmwasser-Trinkwassersystemen geeignet. Wie bei den statischen Ventilen muss auch hier zunächst die Ventilgröße anhand der Ventildaten beispielsweise über den k_v -Wert, aus der Rohrnetzrechnung ermittelt werden. Die Bemessung des Ventils kann über Ventildigramme oder automatisch mit einem Computerprogramm erfolgen. Das Stockwerksregulierventil Kemper Eta-Therm wird über die 3-Liter-Regel hinaus dort eingesetzt, wo aufgrund erhöhter hygienischer Anforderungen wie beispielsweise in Krankenhäusern, Alten- und Pflegeheimen, oder aus Komfortkriterien wie in Hotels, Gaststätten und Eigenheimen, die Notwendigkeit besteht, direkt nach dem Öffnen an der Entnahmestelle heißes Wasser zu entnehmen. Der Einbau ist im Bereich der Einzelabsperrung für den Nasszellenbereich als Unterputzregulierventil oder als frei installiertes Regulierventil möglich.



Werden für die Einregulierung statische Zirkulations-Regulierventile wie beispielsweise das Kemper Multi-Fix Figur 150 verwendet, erfolgt zunächst eine Ventildimensionierung über den k_v -Wert bzw. über die geforderten Ventildaten (erforderlicher Zirkulationsvolumenstrom und erforderliche Druckdifferenz über dem Ventil für den jeweiligen Strang). Anhand dieser Daten kann dann der erforderliche Armatureneinstellwert aus dem Ventil-Drosseldiagramm ermittelt werden.

Mangelhafte Installationen, stagnierendes Wasser oder unzureichend ausgelegte Trinkwasser-Zirkulationssysteme verursachen Erkrankungen und Todesfälle durch Legionellen. Jeder Planende und Ausführende muss sich daher vor der Realisierung von Trinkwassersystemen, insbesondere in Krankenhäusern, Altenheimen, Hotels, Schulen, Verwaltungsgebäuden und größeren Wohnungsbauobjekten, seiner Verantwortung bewusst sein. Darüber hinaus muss er Gefahrenpotentiale spezifisch für sein Objekt beleuchten und ein Anlagenkonzept für Ausführung, Betrieb und Wartung entwickeln.



Unser Autor **Dipl. Ing. Ulrich Petzolt**, Jahrgang 1965, ist seit seinem Studium in der Technischen Gebäudeausrüstung im Bereich Sanitärtechnik und Brandschutz tätig. Bei Kemper ist er seit 1997 als Leiter Produktmanagement für Gebäudetechnik-Armaturen zum Absperren, Sichern und Regulieren tätig. 57462 Olpe, Telefon (0 27 61) 8 91-0, Telefax (0 27 61) 8 91-1 75, www.kemper-olpe.de